Meteorstensfallet vid Hessle den 1 januari 1869

Förord till den elektroniska utgåvan

Denna rapport av Adolf Erik Nordenskiöld (1832-1901) har digitaliserats 2012 av Kungliga Biblioteket i Stockholm och anpassats för Projekt Runeberg i december 2015 av Ralph E.

Det första meteorstensfall i Sverige, från hvilket stenar blifvit tillvaratagna, inträffade Nyårsdagen 1869 vid middagstiden i nejden af Hessle, nära 3 mil från Upsala. Fenomenet åtföljdes såsom vanligt af ett starkt buller, som förnams ej allenast i trakterna närmast fallorten utan äfven vidt och bredt omkring. Sålunda hördes i Stockholm, i synnerhet i de öfre våningarne af husen, en dof, enstaka knall, till följd hvaraf ett rykte snart spred sig, att nitroglycerinfabriken vid den närbelägna Vinterviken åter sprungit i luften, och sedan man redan samma dag blifvit lugnad i detta hänseende, förmodade man, att en explosion inträffat vid det 6 till 7 mil aflägsna Åkers krutbruk. Snart inlupo dock underrättelser derom, att ej heller detta var fallet, och samtidigt erfor man, att samma företeelse förnummits och gifvit upphof till likartade rykten på flere från hvarandra långt aflägsna ställen, t. ex. i Strengnäs och Mariefred, hvarest en stark, åsklik knall hördes; i Enköping, hvarest det hördes likt rasslet af en mängd på hård väg framrullande vagnar; i Sigtuna, hvarest 12^t 20^m e. m. en knall likt ett kanonskott hördes, som åtföljdes af ett långsamt, men jemnt mullrande, kommande från NNO och varande 3 till 4 minuter; i Upsala, hvarest några personer, som Nyårsdagen vid middagstiden voro ute på en af broarne öfver Fyrisån, tyckte sig höra ett närbeläget högt stenhus ramla; i Grisslehamn, hvarest ett temligen starkt åsklikt dunder hördes, som dock varade endast några få sekunder.

Några dagar derefter erhöll Professor Edlund genom en tillfällighet underrättelser derom, att svarta stenar från himmelen nedfallit i Fitja socken och på hans uppmaning afreste genast Ingeniör Fahnehjelm till stället för att insamla upplysningar. Herr Fahnehjelm lyckades verkligen erhålla några stenar, hvilka öfverlemnades till Vetenskaps-Akademien jemte en berättelse om resan, som finnes införd i Öfversigten af Vetenskaps-Akademiens FörhandlingarOtto Fahnhjelm. Meteorfallet i Fittja socken af Upsala län d. 1:sta Januari 1869. Öfversigt af Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1869. N:o 1 s. 59.. Sedermera besöktes trakten dels af Professor Walmstedt och mig personligen, dels af Herrar G. Nauckhoff, K. A. Fredholm (utsända för Upsala universitets räkning), O. Lamm och G. Lindström (utsända från Riksmusei mineralogiska afdelning) och är jag dessa sednare Herrar synnerligen förbunden såväl för det betydliga antal Hessle-meteorstenar, som från detta fall blifvit förvärfvade för Riksmusei samlingar, som för en mängd vigtiga upplysningar och meddelanden rörande sjelfva fallet. En intressant samling af dylika, på ort och ställe upptecknade berättelser finnes intagen i en utförlig Akademisk afhandling om Hesslefallet, af Dr Fredholm. Beklagligen äro dock deanalyser, som bifogas, så oriktiga, att de lämpligast nu och framdeles helt och hållet böra förbigåsOm meteorstensfallet vid Hessle den 1:sta Januari 1869. Akademisk afhandling af K. A. Fredholm. Upsala 1869..

Såsom ofvanföre nämndes, ägde fallet rum vid middagstiden sjelfva Nyårsdagen och traktens innevånare voro, såsom vanligt vid denna dag och tid, stadda på återvägen från kyrkorna, dels åkande dels till fots. Till följd af hjulens skrammel mot den hårdt frusna och nästan snöfria landsvägen, hörde de, som färdades i åkdon, för det mesta ingenting. Fotgängarne deremot berättade, att de först hörde 3 till 4 knallar liknande det starkaste åskslag, derpå ett rassel, som om en mängd åkdon i fyrsprång sprängt förbi eller som om man på en gång utstjelpt en mängd stenlass. Derpå följde enligt en mängd trovärdiga personers utsago ett ljud, liksom en orgel hade spelat,

så ett hväsande, stundom öfvergående till småningom bortdöende flöjttoner.

Sjelfva den tidslängd, som ljudfenomenet varade, bedömdes mycket olika. Några personer uppgifva hela 15 minuter, andra åter endast några få sekunder, de flesta 3 till 10 minuter. Att det på en del ställen hörts under flere minuter, bevisas deraf, att några barn vid bullrets början återvände till det 3 till 400 alnar aflägsna hemmet, för att der omtala det ovanliga ljudet, och då med anledning häraf en äldre person gick ut på gården, hördes bullret ännu.

De olika uppgifterna om ljudriktningen m. m. låta knappast förena sig med antagandet, att endast en enda hufvudexplosion skulle hafva inträffat, utan antyda snarare, att under meteorens framfart en mängd olika explosioner ägt rum tätt på hvarandra, hvar och en med en jemförelsevis inskränkt omkrets, inom hvilken den varit förnimbar.

Himmelen var, då fenomenet inträffade, på de flesta ställen i trakten af Hessle betäckt med strömoln. Några personer påstodo sig dessutom hafva förmärkt smärre molntappar, hvilka vid hvarje särskild knall försattes i en dallrande rörelse och hvilka möjligen kunde utgöra de moln af förtätade gaser, som ofta bruka åtfölja meteoriterna. Deremot sade sig endast ett par af de många personer, som i falltrakten haft sin uppmärksamhet riktad på företeelsen, hafva samtidigt sett liksom blixtstrålar framskjuta, men deras berättelser motsägas från så många andra håll och beledsagades af en mängd bidetaljer, hvilka ådagalade en af den ovanliga företeelsen tydligen starkt uppjagad fantasi. Hundratals andra åsyna vittnen förmärkte deremot intet eldfenomen i falltrakten. På ett längre afstånd derifrån tycktes deremot en verklig eldkula varit synbar.

Nedanstående, i en af Stockholms dagliga tidningar intagna bref bär nemligen alla kännetecken på sanningsenlighet och visar, att Hessle-meteoriten, *innan* explosionen ägde rum, verkligen visat sig som en eldkula. I Nya Dagligt Allehanda för den 13:de Januari 1869 läses:

»Ett oss meddeladt bref från fullt trovärdigt håll omtalar, att en person, som Nyårsdagen kl. omkring ½1 var på väg hem från Wagnhärads kyrka, hvilken är belägen 7 mil från Stockholm i närheten af Stora Åby gästgifvaregård, observerade en meteor, som med ett ganska starkt, blek-blått sken bågformigt gick från söder till norr. Dess fart, yttrar brefskrifvaren, gjorde, att en ljusstrimma åtföljde densamma, men dess hastighet tycktes dock

icke på långt när kunna liknas vid ett så kalladt stjernfall. Ungefär 5 minuter derefter hörde flere personer en knall i nordlig riktning, hvarvid äfven en jorddallring kändes.»

Ögonvittnen till stenarnes nedfallande voro ganska många. En person, som var ute att fiska på Lårsta-viken, såg, då ljudet upphört, en medelstor sten slå med en nästan vertikal bana ned tätt invid honom, samt efter att hafva bildat ett 3 à 4 tum djupt hål i isen, åter studsa upp och rulla vidare några famnar i sydlig riktning. Fiskaren drog ej i betänkande att genast upptaga stenen. Den var då varm, som om den varit utsatt för solbaddet under en varm sommardag. En dräng, som för tillfället vistades i Fitja socken, berättade sig hafva hört först 5 smällar skarpare än åskan, derpå ett hväsande i skyn som varade 15 minuter och gick från norr till söder. Derpå sågs en sten falla i snön. Den sönderslogs mot den undre isen i tre bitar, men var dock icke riktigt kall, då den upptogs. En äldre qvinsperson från Fitja prestgård trodde först, att elden var lös i sotet, sedan att det var åskan, gick derpå ut ur stugan och hörde då ett fräsande som rödglödgadt jern i vatten, hvilket tycktes komma norr ifrån. Detta varade 15 minuter. Sedan såg hon en sten komma »liksom neddansandes». Den framgick snedt, lågt öfver marken, kommande som det tycktes från sydlig riktning, samt nedföll 3 à 4 famnar ifrån henne, studsade upp ungefär en aln från marken, men sönderslogs ej. En annan person hörde tydligt huru något strök fram i luften öfver hans hufvud från SW till NO.

Vida större var dock det antal stenar, som uppsamlades af allmogen och för det mesta inköptes af Universitetet i Upsala och Riksmusei mineralogiska afdelning i Stockholm. De voro spridda i Häggeby, Öfver Gran, Kulla, Fitja, Holm, Giresta, Gryta och Balingsta socknar på en ganska vidsträckt oval med en bredd af 5 kilometer och en längdutsträckning af nära 16 kilometer i riktning från NW till SO. Fallets centralpunkt utgjordes i det

närmaste af Hessle gård, hvarföre vi äfven benämnt detsamma efter detta ställe. Oaktadt stenarnes konsistens oftast var så ringa, att en sten utan svårighet kunde sönderslås, om den med handen hårdt kastades mot golfvet eller den frusna marken, voro dock nästan samtliga de uppsamlade stenarne alldeles hela, ofta nog utan det ringaste märke af stöten, och såvidt jag kunde erfara hade ingen enda af de någongång nära 2 skålpund stora stenar, som nedföllo på isen af Lårstaviken, slagit igenom densamma, oaktadt isen Nyårsdagen knappast torde hafva haft en tjocklek större än några få tum. Allt bekräftar således ögonvittnenas intyg rörande den märkvärdigt ringa fallhastigheten.

Af den vid denna afhandling fogade kartan öfver fallet ser man, att samtliga de större stenarne (de största vägde 1791 och 1376 gr., de minsta ända till 0,1 gr. och derunder) fallit mera nordligt, de mindre deremot sydligt i trakten af Arnö — ett förhållande som ojäfaktigt visar, att kastriktningen gått från SO till NW eller noggrannare S 30° O till N 30° W.

Såsom nedanstående beskrifning och analys af de uppsamlade stenarne utvisar, skilja sig dessa i intet från det vanligaste slag af meteorstenar, de äro t. ex. så förvillande lika meteorstenar från Aussun och Clarac (9:de Dec. 1858), att det är fullkomligt omöjligt att på yttre utseendet skilja stenarne från dessa fall ifrån hvarandra. I ett hänseende står dock Hessle-fallet alldeles ensamt bland hittills iakttagna meteorstensfall, och lemnar vigtiga nya upplysningar rörande dessa, för en inblick i förhållandena i verldsaltet, så utomordentligt intressanta fenomener.Då Assistenten vid Riksmusei mineralogiska afdelning Herr Lindström för insamlande af meteorstenar besökte Arnö, beklagade några af allmogen, som Herr Lindström genom utlofvande af höga priser sökte sporra till ifrigare efterletande, att många af de stenar, som träffades på isen i trakten af Arnö, inom kort sönderföllo till ett svart eller svartbrunt pulver, hvilket med snövattnet bildade en kaffesumplik massa. Ett likartadt pulver förekom äfven på isen, talrikast i Hasslaviken, bildande handstora flockar och flytande på flodvattnet som ett så lätt skum, att det ej kunde fattas med fingrarne, utan måste uppösas och silas för att kunna tillvaratagas. Jag bemödade mig naturligtvis genast att anskaffa prof af detta pulver, hvilket dock till en början, till följd af det kort derefter inträffade snöfallet, omöjliggjordes. Först närmare våren, efter det snön för det mesta bortsmält, lyckades det Herr Lindström att af en bondpojke erhålla ett prof deraf, beklagligen alltför ringa för en fullständig kemisk undersökning, men dock tillräckligt för att visa dess meteoriska ursprung och fastställa hufvuddragen af dess sammansättning.

Detta pulver var svart till färgen, med en obetydlig dragning i brunt och visade sig för mikroskopet vara bildadt af små, runda, hopgyttrade korn. Det innehöll några med magnet utdragbara partiklar, förglimmade vid upphettning med qvarlemnande af en rödbrun aska. Upphettadt i slutet rör gaf det en ringa mängd af en brun, flytande destillationsprodukt. Under torkning vid 110° förlorade det 4,3 procent vatten, och innehöll sedan, enligt en till följd af den ringa mängd material, som till analysen kunde användas, endast approximativ analys.

Atomförhållanden Den i analysen angifna procenthalten, dividerad med atomvigten. Kiselsyran är här antagen sammansatt enligt formeln Si 0_3..

Kol

51,6

Jag verkställde analysen på vanligt sätt, genom ämnets förbränning i syrgas, samt vattnets och kolsyrans upptagning medelst klorcalcium och kalihydrat. Af förlusten beräknades mängden af syrgas, af hvilken dock större delen sannolikt varit förenad med väte till vatten.

8,600

Väte

3,8

3,800

Syre

15,7

1,962

Kiselsyra

16,7

0,371

Jernoxidul

8,4

0,233

Magnesia

1,5

0,075

Kalk

0,8

0,029

Natron och spår till lithion (förlust) Enligt undersökning med spektralapparaten af Professor A. J. Ångström.

1,5

0,048

100

.

Till följd af det ringa material, som var att tillgå vid analysen, är den alltför osäker, för att kunna läggas till grund för en tillförlitlig kemisk beräkning. Askan tyckes vara sammansatt efter formeln:
(Mg, Ca, Fe, Na, Li) Si.

Ämnets förbrännbara del af:
n.C_9 H_4 O_2.

De små meteorstenar (de minsta vägde endast 0,07 gr. men voro dock helt och hållet omgifna med en svart skorpa), som föllo i samma trakt, som kolpulvret, äro i allmänhet alldeles afrundade och från alla sidor omgifna af en svart, matt, ofta liksom svamplik skorpa. Stundom aro de dock mera skarpkantiga, omgifna af en tunnare, mindre fullständig och tydligen sednare bildad skorpa, någongång sönderbrutna, så att en frisk brottyta blir synlig, i vilken dock här och der är liksom rökig, och dessutom omgifves emot den svarta brottytan af en något

invikt, svart kant. Äfven denna brottyta är således tydligen bildad före stenens nedfallande. De jernpartiklar, som visa sig på ytan af de små stenarne, äro i allmänhet alldeles blanka och ooxiderade, hvilket tyckes antyda, att stenen varit upphettad i en reducerande atmosfer. Jag vore till och med mycket benägen att antaga, att den svarta färg, som utmärker meteorstenarnes skorpa, direkt förorsakas af ett svart kolpigment, härrörande från det kolpulver, som sannolikt oftast åtföljer meteoriterna, och som genom sin förbränning förorsakar det genom direkt glödgning af sjelfva meteoriten oförklarliga eldfenomen, af hvilket hithörande märkvärdiga företeelser oftast beledsagas. Direkte har jag dock ej lyckats ådagalägga detta, ehuru såväl Lindströms undersökningar af hufvudmassan, som mina af den efter afdrifning med fluorvätesvafvelsyra qvarblifna resten, visat, att sjelfva meteorstenarne verkligen innehålla spår till kol och förmodligen äfven till kolväten. Möjligt är, att ett dylikt pulver ofta, kanske alltid, åtföljer meteoriterna, ehuru det oftast förbrinner innan nedfallandet, och äfven eljest endast i den händelse, att meteoritfallet äger rum på snöbetäckt mark, kan blifva märkbart.

Äfven de större meteorstenarne voro, såsom ofvanföre nämndes, oftast alldeles hela och oskadade af fallet, samt i så fall från alla sidor betäckta med en mer eller mindre fullständig, till beskaffenhet mycket vexlande skorpa. På många stenar kunde man tydligen urskilja ända till fyra olika slag deraf, hvilka tydligen genom sitt utseende gåfvo tillkänna, att de bildat sig efter flere olika successiva explosioner. Den äldsta, först bildade skorpan är tjock, matt och betäcker de mest afrundade delarne af stenarne. Derpå komma nyare brottytor med skarpare kanter och en svart men mindre tjock skorpa, så brottytor endast betäckta med en tunn, brun, glänsande hinna, så slutligen brottytor, vid hvilka den gråa grundmassan med sina olika beståndsdelar tydligen kan urskiljas, ehuru dess gråhvita färg här är svagt nedsotad och de insprängda kulorna betäckta med en tunn, genomskinlig glacyr. Liksom vid de smärre stenarne är den äldre brottytan ofta nedvikt öfver den nyare — någongång så fullständigt, att, såsom fig. 5 utvisar, för densamma endast en obetydlig, rundad, insänkt fläck återstår. Möjligen hade här tvenne stenar, under sin bana i jordatmosferen, varit i direkt beröring med hvarandra, och derigenom på beröringsstället skyddat hvarandra för värmens inverkan. Om någon sten med frisk brottyta träffades, fann man ofta i dess omedelbara närhet det saknade fragmentet, hvilket visar, att några alldeles friska, i luften bildade brottytor icke förekommit och att derföre någon söndersprängning af den endast föga uppvärmda meteoriten icke ägt rum omedelbart före fallet. Förmodligen ägde den upphettningen, genom hvilken den svarta skorpan bildades, rum under de få ögonblick meteoriten med kosmisk hastighet passerade jordatmosferens öfra lager, och till följd af denna hastighet liksom släpade med sig en i jemförelse med meteoriten betydlig massa förtätad och härigenom äfven starkt upphettad luft. Denna upphettning har tydligen varit ganska stark, då jernoxidul-talk-silikaterna smultit, men varat så kort,att värmen icke kunnat fortplanta sig till stenens inre, och upphört i och med detsamma farten minskats så mycket, att den förtätade luften åter fått utvidga sig, hvarigenom värme bundits och köld bildats. Såsom man lätt finner, äro orsakerna till värme- och köldbildningen här alldeles analogaÖfver hufvud taget torde den qvantitet förtätad luft, som medföljer eller rättare släpar med meteorstenen, under första delen af dess bana i jordatmosferen, vara mycket betydlig, kanske i massa öfvervägande sjelfva meteorstenens, och den motståndskraft en äfven mycket förtunnad atmosfer utöfvar emot en i densamma med kosmisk hastighet framilande kropp vara betydligt större, än man i allmänhet föreställer sig — ett förhållande, som är en omedelbar följd af luftens ringa förmåga att vika undan för en kropp med tillräcklig rörelsehastighet. Några experimenter, som under de senare åren blifvit i Stockholm anställda med de nya sprängämnena nitroglycerin och dynamit, visa detta på ett ganska slående sätt. Om man till ex. på vanligt sätt antänder en på en stenhäll löst lagd dynamithög, så förbrinner den temligen långsamt utan explosion. Men om man antänder densamma med en lämplig knallhatt, så att hela den explosiva delen af dynamitmassan på en gång förvandlas till gas, så inträffar ej allenast en stark explosion, utan till och med den underliggande stenhällen splittras sönder och krossas, oaktadt de bildade gaserna från den på stenen löst liggande dynamiten endast af den atmosferiska luften hindras att bortgå..

Meteorstenarne från olika delar af Hesslefallet likna hvarandra hvad stenmassans beskaffenhet beträffar fullkomligt. De äro på ytan svarta, inuti ljusgråa samt så poröa, att de häfta på tungan och genast uppsupa det vatten, som gjutes på den friska brottytan. Man kan häraf sluta, att stenarne icke voro smälta, såsom Laplaces teori fordrar, utan att de bildat sig *genom aggregation* i verldsaltet.

Hufvudmassan utgöres dels af runda, ofta nästan mikroskopiska, men någongång ända till $2^{m.m.}$ stora silikatkulor, dels af oregelmässiga, taggiga, silfverglänsande metallkorn, hvilka på ytan äro så betäckta med ett hvitgrått pulver, att de vid första ögonkastet på ett friskt brott knappast märkas. Kulorna och metallkornen äro sammanbundna med en hvitgrå, löst sammanhängande och porös massa, som lätt kan afskiljas vid stenens söndermalning och är bildadt dels af ett silikat, till sammansättningen föga skiljande sig från kulorna, dels af insprängde partiklar utaf svafveljern, nickeljern och fosfor-nickeljern. Stenar, som en tid varit utsatta för åverkan af fuktig luft, äro dessutom på brottytan betäckta med rostfläckar, förmodligen härrörande från oxideringen af svafvel- eller nickeljernet.

Följande analyser hafva på mitt laboratorium blifvit utförda på meteorstenar från Hessle.

1. *Analys af stenen i sin helhet.* a. G. LindströmDe närmare detaljerna af Lindströms, med yttersta omsorg utförda analyser finnas angifna i en i K. Vet.-Akademiens Öfversigt för år 1869 intagen uppsats »*Kemisk undersökning af meteorstenarne från Hessle af* G. Lindström».. Analys af ett stenfragment ursprungligen vägande 4,09 gr. nedfallen nära Hessle. b. Analys af A. E. Nordenskiöld af en hel meteorsten, nedfallen på isen mellan Arnö och Hessle, vägande 1,603 gr. c. Analys af en hel meteorsten från Arnö, vägande 0,64 gr.

a.

b.

c.

Kiselsyra

36,83

36,75

37,08

Jernoxidul

10,85

13,36

13,49

Talkjord

23,21

26,06

24,06

Manganoxidul

0,42

——

——

Dessa små stenar innehöllo knappast nämnvärda spår af mangan.

Kalkjord

1,80

1,50

2,66

Lerjord

2,38

2,00

1,11

Kromoxid

0,07

——

——

Natron Enligt spektralanalytisk undersökning af Hr Ångström, med spår till lithion och möjligen äfven kali.

0,94

1,03

Förlust.

2,11

Förlust.

Jern

20,08

16,42

16,29

Nickel

2,15

1,98

2,33

Kobolt

0,02

ringa spår

spår

Fosfor

0,15

ringa spår

ringa spår

Svafvel

1,88

0,37

ringa spår

Tennoxid och kopparoxid

0,02

0,01

0,02

Kol

spår

Olöst krom-}
haltig restEfter kiselsyrans afdrifning med fluorväte. Håller äfven spår till kol.}

0,52

0,85

Klor

0,04

100,84.

100,00.

100,00.

2. *Silikatet i ofvan anförda sten.* G. Lindström. a. Analys på det vid föregående analys erhållna silikatet, efter nickeljernets utlösning genom 36 timmars digestion med qvicksilfverklorid. b. Analys på silikatet, efter sorgfälligt mekaniskt afskiljande af de med magnet utdragbara delarne.

a.

b.

Kiselsyra

48,21

50,97

Jernoxidul

14,l6

12,59

Talkjord

30,38

28,74

Manganoxidul

0,55

——

Kalkjord

2,36

2,88

Lerjord

3,11

3,04

Natron

1,23

1,55

Nickeloxidul

——

0,10

100.

99,87.

3. *Analys af nickeljernet.* a. Analys af Lindström. Det i qvicksilfverklorid lösliga nickeljernet ur analys 1 (Hesslestenen) efter afdrag af det jern, som behöfves att med det i ämnet ingående svaflet (1,88 proc.) bilda

svafveljern (FeS). b. och c. Analys af A. E. Nordenskiöld på nickeljern, utlöst med kall qvicksilfverklorid, b. från meteorstenen vägande 1,603 gr. nedfallen på isen mellan Arnö och Hessle, c. från meteorstenen vägande 0,64 gr. nedfallen på Arnö.

a.

b.

c.

Jern

88,23

88,85

87,29

Nickel

11,34

11,15

12,51

Kobolt

0,11

spår

spår

Fosfor

0,32

——

——

Spår till fosfor kunde här knappast upptäckas.

100.

100.

100.

Redan vid vanlig temperatur löses till och med större korn af nickeljern hastigt och under uppvärmning i qvicksilfverklorid. Den sålunda erhållna lösningen innehöll icke spår till fosforsyra. Dessa trenne stenar äro från vidt skilda delar af fallorten och beständigheten af den i dem ingående nickellegeringen, motsvarande Fe_8 Ni är ganska märkvärdig. Jernkornen utgöra dock sannolikt icke någon enkel legering utan, såsom etsning med syror

antyder, en blandning af olika legeringar. Några tydliga Widmannstettenska figurer visa kornen efter slipning och etsning icke.

4. Analys af den efter långvarig digestion med koncentrerad varm saltsyra lösliga delen af silikatet i meteorstenen från Hessle, efter afdrag af svafveljernet (Fe S). af G. Lindström.

Atomförhållanden D. v. s. det i analysen erhållna procenttalet divideradt med atomvigten..

Kiselsyra

41,40

0,920

Jernoxidul

17,13

0,476

Nickeloxidul

0,21

0,006

Talkjord

38,72

1,936

Kalkjord

1,57

0,056

Natron

0,63

0,020

Lerjord

0,06

——

Tennoxid

spår

——

Fosfor

spår

——

99,72.

Den i syra lösliga delen af silikatet uppgick till:

enligt försök af G. Lindström

48,67

proc. af silikatmassan.

» » » F. A. Fredholm

I. 50,59

» » »»»

II. 49,50

» » »»»

III. 51,88.

Oaktadt den oväntadt nära öfverensstämmelsen af dessa tal, ger analysen dock ej någon enkel formel. Sannolikt utgör det lösta en blandning af olivin och shepardit med något labrador.

5. Analys af den i saltsyra olösliga delen i meteorstenen från Hessle, med afdrag af 1,90 proc., i fluorväte-svafvelsyra olöslig, kromhaltig rest, af G. Lindström.

Atomförhållanden.

Kiselsyra

60,06

1,335

Jernoxidul

8,29

0,230

Talkjord

19,28

0,964

Lerjord

5,86

Med spår till kromoxid.

0,114

Kalkjord

4,10

0,146

Natron

2,41

0,078

100,00

6. A. E. Nordenskiöld. *Analys af kulorna,* hvilka utgöra hufvudmassan af meteorstenen från Balingsta, med afdrag af inblandadt, med qvicksilfverklorid utlöst nickeljern och svafveljern. En på ytan slipad och polerad stuff visade dock, att dessa skenbart likartade kulor till färgen voro betydligt varierande, från brungult till nästan svart.

Atomförhållanden.

Kiselsyra

47,55

1,057

Jernoxidul

17,09

0,474

Talkjord

29,22

1,461

Kalkjord

1,86

0,066

Nickeloxid

spår

——

Manganoxidul

spår

——

Lerjord

2,41

0,047

Natron

0,47

0,015

Olöst kromhaltig återstod

0,52

——

99,12.

7. A. E. Nordenskiöld. Analys af det efter stenens söndergrusning mellan fingrarne och siktning genom tät duk erhållna pulvret af meteorstenen från Balingsta. Alla med magnet utdragbara partiklar äro först omsorgsfullt aflägsnade och det qvarblifna svafveljernet (2,4 procent) afräknadt (som FeS) från analysens resultat.

Atomförhållanden.

a.

b.

a.

b.

Kiselsyra

44,24

44,23

0,983

0,983

Jernoxidul

15,42

17,11

0,428

0,475

Talkjord

31,19

29,84

1,559

1,492

Kalkjord

2,30

2,06

0,082

0,074

Lerjord

3,48

3,60

0,068

0,070

Natron

1,45

1,96

Förlust.

0,047

0,063

Nickel

spår

spår

——

——

Olöst rest (Cr m. m.)

1,68

1,20

——

——

99,76.

100,00.

Vid analys b. bestämdes det lösliga och olösliga särskildt.

1. Det olösta.
43,8 proc.

2. Det löstaEfter afdrag af 2,4 procent svafveljern..
56,2 proc.

Atomförhållanden.

1.

2.

Kiselsyra

57,54

33,92

1,279

0,754

Jernoxidul

10,19

22,50

0,283

0,625

Talkjord

21,13

36,61

1,056

1,830

Kalkjord

2,92

1,40

0,104

0,050

Lerjord

2,92

4,12

0,047

0,080

Nickel

——

spår

——

——

Olöst

2,74

——

——

——

Förlust (alkali)

2,56

1,45

0,083

0,047.

100,00.

100,00.

Då Hessle-Arnömeteoriterna äro ytterst porösa, så möter fastställandet af deras egentliga vigt åtskilliga svårigheter. Den måste dessutom variera betydligt med mängden af nickeljern. Vid nedanstående bestämningar, är vid vägningen i vatten, luften i porerna med yttersta omsorg aflägsnad, till följd hvaraf egentliga vigten äfven

utfaller något större än vid äldre bestämningar af likartade meteoriters tyngd.

Egentliga vigten af 9 små hela meteorstenar från Arnö, hvilka tillsammans vägde endast 4,3 gr. erhölls af mig = 3.736.
Lindström erhöll den egentliga vigten af:
En hel sten vägande 16,74 gr. vägd i vatten = 3,697
»»» » 4,2115 gr. vägd i alkohol = 3,671
Fragmenter utan svart skorpa vägda i vatten = 4,048
»»» » vägda i alkohol = 4,004.

Vid försöket att på grund af ofvan anförda undersökningar utreda de olika kiselsyrade salter, af hvilka silikatmassan är bildad, stöter man på samma svårigheter, som vid föregående meteoritanalyser.

I Hessle-Arnöstenen är förhållandet mellan syre och bas equivalenter i stenen i sin helhet i det närmaste = 2. Såsom bekant återfinnes samma förhållande vid en mängd kondriter, hvilket är så mycket anmärkningsvärdare, som det i dem ingående nickeljernet är såväl till sammansättning som mängd ytterst varierande: t. ex.

At . Si : At . (R + R)

Meteorstenen från

Honolulu

1825, Sept. 14:de, 10^{t},5 fm

1 : 2,151

» »

Utrecht

1843, Juni 2:dra, 8^{t} efm

1 : 2,005

» »

Borkhut

1852, Okt. 13:de, 3^{t} efm

1 : 1,962

» »

Montrejau

1858, Dec. 9:de, 7^{t},5 fm

1 : 2,145

» »

Nerft

1864, Aug. 12:te, 4^t,7 fm

1 : 2,192

» »

Pultusk

1868, Jan. 30:de, 7^t efm

1 : 1,990

» »

Hessle

1869, Jan. 1:sta, 0^t,5 efm

1 : 1,995

» »

Krähenberg

1869, Maj 5:te, 6^t efm.

1 : 2,072.

Hit höra äfven de endast ofullständigt analyserade meteoriterna från Eichstädt och Timochin m. fl.

Då man icke känner något mineral af formeln R^2 Si, torde antagandet, att ett sådant ämne ingår i dessa meteorstenar, vara vågadt och det motsäges dessutom i viss mån af ämnets förhållande vid lösning i saltsyra, äfvensom af kulornas och det gråa bindemedlets sammansättning, deras olika utseende m. m. Analyserna på dem gifva följande atomförhållanden:

At . Si : At . (R + R)

Kulorna

1 : 1,952

Gråa bindemedlet

1 : 2,218,

hvilka, ifall man ej får antaga, att öfverskottet af baser i det grå bindemedlet beror på mekaniskt inblandadt jern, utvisa, att ett mera kiselsyrerikt silikat ingår i kulorna, men deremot ett mindre kiselsyrerikt i det gråa pulvret.

Tills vidare är det väl derföre rådligast att stanna vid von Raths antagande, det hufvudmassan i kondroditerna skulle utgöras af en *(efter jemna equivalenter försiggången)* blandning af olivin R^3 Si och shepardit R Si eller, ifall man förnekar tillvaron af detta sistnämnda species, af R^3 Si och R^3 Si^2. Antager man dessutom, att det lerjordshaltiga silikatet hufvudsakligast utgöres af labrador, så blefve den normala kondritblandningen:
(R^3 Si) + (R Si) + x {R^3 Si + Al Si}
hvilken innehåller:

equivalenter bas 4 + 4x
equivalenter kiselsyra2 + 2x,
d. v. s. oberoende af den inblandade labradormängden, hälften så många equivalenter kiselsyra som bas.

Vid behandling med saltsyra sönderdelas olivinen mer eller mindre fullständigt, labradoren delvis och sheparditen eller augiten, åtminstone vid en ej alltför grundlig behandling, föga.

Enligt ofvanstaende undersökning skulle således Hessle-Arnömeteorstenen bestå af:

Ungefär 20 proc. *nickeljern (*Fe^8 Ni, *chamoisit),* något *fosfornickeljern (schreibersit),* mindre än ett procent af ett kromhaltigt mineral (kromjern?).

En vexlande mängd svafveljern (Fe S, Troilit).

Spår till kol, förmodligen vätehaltigt och mekaniskt inblandadt.

Spår till i vatten lösliga salter.

Ungefär

10 proc. *labrador* eller *anorthit.*

»

37 proc. *olivin*

}

Ej urskiljbara med ögatMed ögat kan man ej i dessa meteorstenar urskilja det eljest lätt märkbara mineralet olivin. och möjligen förenade med hvarandra till R^3 S + R Si = R^2 Si.

»

23 proc. *shepardit*

}

Dessutom har den i sin bana i verldsrymden åtföljts af en kolhaltig substans, sannolikt innehållande betydligt kolväte samt spår till magnetiska partiklar och qvarlemnande vid förbränning en aska, hvars sammansättning, såvidt man af den till följd af bristande material ofullständiga analysen kan döma, motsvaras af formeln:
(Na, Li, Fe, Mg, Ca) Si.

*

Förklaring till taflorna.

Tafl.

I.

Karta öfver meteorstensfallet vid Hessle—Arnö. Skalan 1 : 100,000.

Tafl.

II.

Afbildningar af meteorstenar nedfallna vid Hessle—Arnö. Fig. 1. Den största från nämnda fall tillvaratagna meteorstenen. Fig. 2. En större meteorsten, betäckt af en öfverallt likartad skorpa. Fig. 3. Tydligt fragment, dock öfverallt betäckt af en skorpa, som är olika vid olika brottytor. Fig. 4. Sten, betäckt med skorpa af fyra olika slag, tydligen härrörande från fyra, vid olika tider inträffade explosioner. Fig. 5—10. Smärre stenar, ofta hafvande den äldre svarta skorpan med en skarpt begränsad kant invikt öfver den yngre. Fig. 11 —16. Små, från alla sidor med svart skorpa betäckta meteorstenar från isen vid Arnö.

KARTA ÖFVER METEORSTENSFALLET VID HESSLE.METEORSTENAR FRÅN HESSLE.